

А. С. Личаченко*, Ю. Я. Хрунык

Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

*sashalichachenko@yandex.ru

Научный руководитель — доц., канд. техн. наук С. В. Беликов

АПРОБИРОВАНИЕ СПОСОБА СОЗДАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ АНОДИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВА ВТ1-0, СОДЕРЖАЩЕЙ ЧАСТИЦЫ ГИДРОКСИАПАТИТА

В настоящей работе показана возможность создания наноструктурированного оксидного слоя, содержащего наночастицы гидроксиапатита, на поверхности сплава ВТ1-0 с целью повышения его биосовместимости.

Ключевые слова: титан, анодирование поверхность, имплантат, гидроксиапатит, биосовместимость.

A. S. Lichachenko, Yu. Ya. Hrunyk

APPROBATION OF THE WAY OF CREATION OF THE NANOSTRUCTURED ANODIZED SURFACE OF VT1-0 ALLOY CONTAINING HYDROXYAPATITE PARTICLES

In this paper, we studied the possibility of creating a nanostructured oxide layer containing hydroxyapatite nanoparticles on the surface of the alloy VT1-0 to increase its biocompatibility.

Key words: titanium, anodizing surface, implant, hydroxyapatite, biocompatibility.

Известно, что титановый сплав ВТ1-0 обладает хорошей биосовместимостью. Это делает титан и его сплавы одним из основных материалов, применяемых для изготовления имплантов.

Повысить биоактивность, то есть возможность прорастания костной ткани внутрь имплантата, можно создавая пористую поверхность. Одним из самых распространенных способов является анодирование. В результате этого процесса на поверхности металла образуется слой оксида титана, TiO_2 в виде трубок, растущих перпендикулярно поверхности металла, параметры которых (внутренний диаметр, толщина стенки и длина) зависят от параметров процесса анодирования и могут легко регулироваться. В исследованиях установлено, что наилучшими свой-

ствами с точки зрения обеспечения биоинтеграции обладают трубки размером ($42 \pm 10,85$) нм. Для улучшения биосовместимости в качестве материалов имплантов было предложено использование синтетического гидроксиапатита, биоактивных стекол и некоторых видов стеклокерамики [1]. На поверхность этих материалов из биологического окружения адсорбируются определенные белки, которые стимулируют рост костных клеток и процесс заживления. Однако перечисленные материалы демонстрируют относительно низкий комплекс механических свойств. Перспективным является создание комбинированных поверхностных слоев, объединяющих положительные черты как анодных покрытий, так и биоактивных материалов размещенных на подложке из титана.

Цель настоящего исследования — апробирование способа создания наноструктурированной анодированной поверхности сплава ВТ1-0, содержащей частицы гидроксиапатита.

Подложки из фольги размером 40×40 мм подвергались двухэтапному анодированию. Контрольные образцы были изготовлены из неанодированной фольги.

Режим анодирования: первичное — $t = 20^\circ\text{C}$, $\tau = 1$ ч, $U = 20$ В, $\rho = 1 \dots 7$ мА/см²; вторичное — $t = 20^\circ\text{C}$, $\tau = 15$ мин, $U = 20$ В, $\rho = 1 \dots 7$ мА/см². Химический состав электролита: фторид аммония (NH_4F) — 0,5 г, H_2O — 5 мл, этиленгликоль — 45 мл.

В результате первичного анодирования на поверхности формируется наноструктурированный аморфный слой TiO_2 . Этот слой травился раствором $1\text{HF} + 6\text{HNO}_3 + 20\text{H}_2\text{O}_{(\text{дист})}$, после чего на протравленный слой был нанесен порошок гидроксиапатита. Подложку подвергают вторичному анодированию. Во время отжига в течение часа при температуре 500°C аморфный слой TiO_2 закристаллизовался в анатаз.

После вторичного анодирования и отжига, на поверхности сохраняются легкообнаруживаемые при помощи растрового электронного микроскопа частицы порошка гидроксиапатита размером 50–120 нм (рис. 1).

В настоящее время планируются испытания на клеточных культурах, которые позволят оценить изменение биосовместимости титанового сплава с анодным покрытием, содержащим частицы гидроксиапатита.

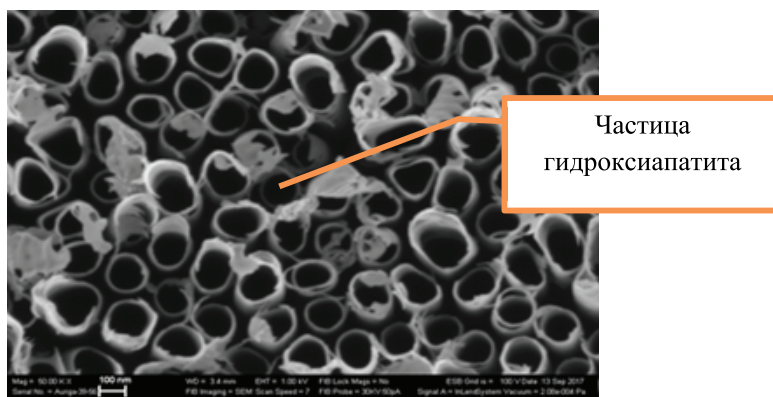


Рис. 1. Поверхность титана с частицей синтетического гидроксиапатита

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда
(проект № 18-13-00220)*

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Уорден К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. М. : Техносфера, 2006. 185 с.